



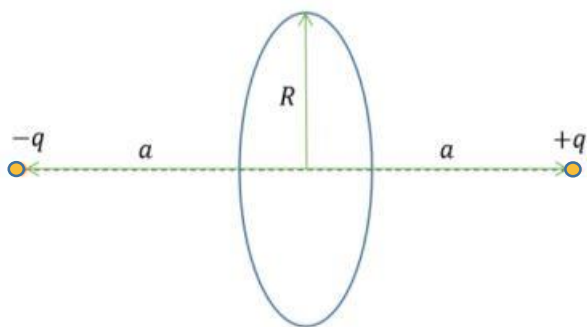
به نام خدا
تمرین سری اول فیزیک ۲
میدان و نیروی الکتریکی

نیمسال دوم ۱۴۰۳

مهلت تحویل: جمعه ۱۷ اسفند ۱۴۰۳



۱- دو بار $-q$ و $+q$ با فاصله $2a$ در نظر بگیرید. یک حلقه با شعاع R عمود بر خط واصل و در وسط آنها، مطابق شکل روبرو قرار دارد. خط واصل دوبار از مرکز حلقه می‌گذرد. حلقه دارای چگالی بار خطی $\lambda = 3\lambda_0 q$ می‌باشد. نیروی وارد شده از طرف حلقه و بار $-q$ به بار $+q$ را محاسبه کنید.

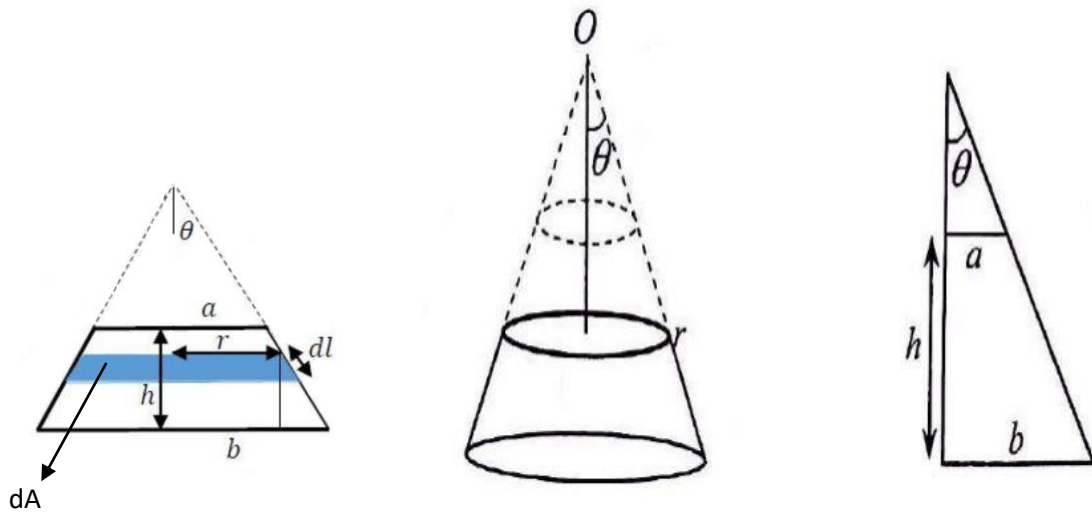


Ans : $\vec{F} = \left(k \frac{6\pi a \lambda_0 R q^2}{(a^2 + R^2)^{1.5}} - \frac{k q^2}{4a^2} \right) \hat{x}$

۲- مخروطی ناقص و توخالی به شعاع قاعده کوچک a و قاعده بزرگ b و ارتفاع h مفروض است. میدان الکتریکی را در راس مخروط (نقطه O) بدست آورید (چگالی بار بر روی سطح جانبی مخروط ثابت و برابر σ است).

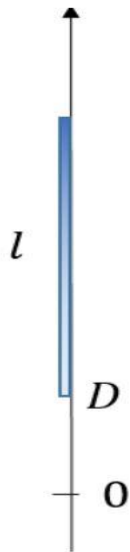
$$dL = \frac{dr}{\sin \theta} \Rightarrow dA = 2\pi r \frac{dr}{\sin \theta}$$

راهنمایی (شکل سمت چپ):



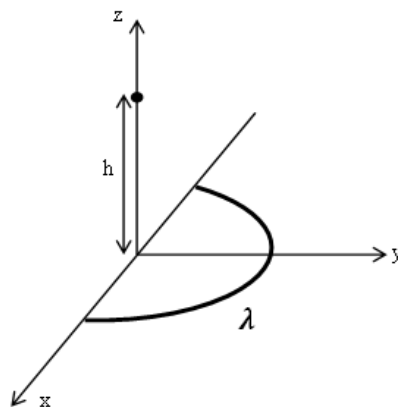
$$\text{Ans : } \vec{E} = \frac{h\sigma(b-a)}{2\varepsilon_0[h^2+(b-a)^2]} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \hat{k}$$

۳- مطابق شکل، میله‌ای به طول l روی محور y واقع شده است. پایین میله در مکان $y = D$ قرار گرفته و باری با چگالی خطی غیر یکنواخت $\lambda = \alpha y$ روی میله قرار دارد. α یک ثابت مثبت و y فاصله از مبدا است. میدان الکتریکی را در مبدأ (نقطه 0) بیابید.



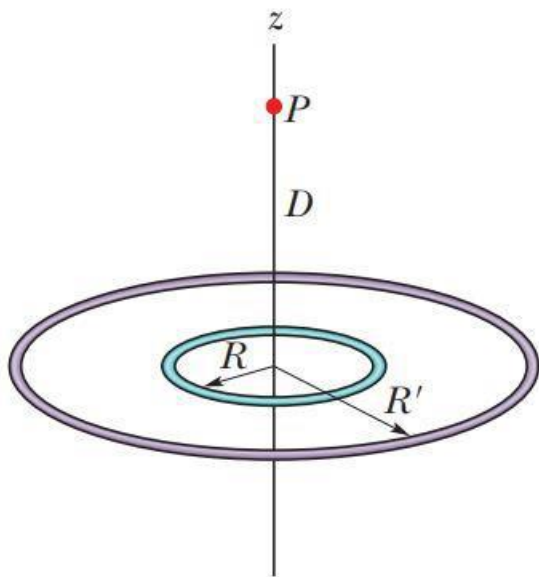
Ans: $\frac{\alpha}{4\pi\epsilon_0} \ln\left(1 + \frac{l}{D}\right)$

۴- یک میله باردار به شکل نیم دایره ای به شعاع R و چگالی بار خطی ثابت در صفحه $x - y$ قرار دارد. میدان الکتریکی حاصل از این میله را روی نقطه ای واقع بر محور z و به فاصله h از مبدا بیابید.



Ans: $E_x = 0$ and $E_y = -\frac{\lambda R^2}{2\pi\epsilon_0(R^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}$ and $E_z = \frac{\lambda R h}{4\epsilon_0(R^2+h^2)^{\frac{3}{2}}}$

۵- دو حلقه متحدالمرکز به شعاعهای R و $R' = 3R$ که بر صفحه xy قرار دارد؛ در شکل زیر، نشان داده شده است. نقطه P با فاصله $D = 2R$ از مرکز دو حلقه بر روی محور Z قرار دارد. بار $+Q$ بر روی حلقه کوچکتر به طور یکنواخت توزیع شده است. اگر میدان الکتریکی خالص در نقطه P صفر باشد، مقدار باری که به صورت یکنواخت بر روی حلقه بزرگتر توزیع یافته را بر حسب Q بدست آورید.

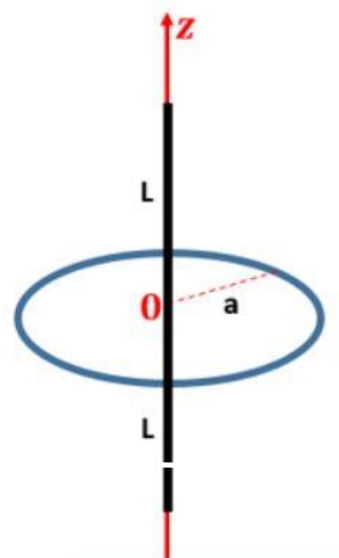


Ans: $Q_2 = -\left(\frac{13}{5}\right)^{3/2} Q$

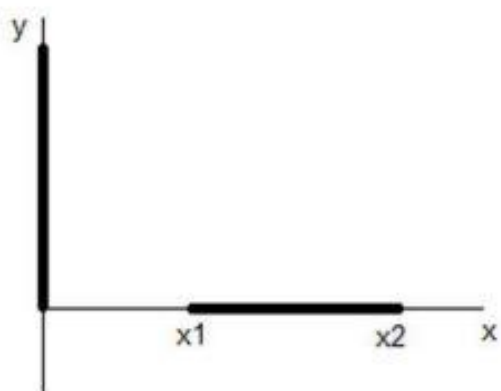
۶- مطابق شکل، یک حلقه باردار عایق، عمود بر محور Z و در صفحه xy به شعاع a ، با چگالی بار خطی یکنواخت $\lambda_0 \frac{C}{m}$ نشان داده شده است. در شکل زیر، یک میله باردار عایق به طول $2L$ طوری روی محور عمود بر صفحه حلقه قرار گرفته است که وسط آن منطبق بر مرکز حلقه است. اگر چگالی بار خطی روی میله از رابطه زیر بدست آید؛ اندازه نیروی وارد از طرف میله به حلقه چه ضریبی از $\frac{a\lambda_0}{\epsilon_0}$ است؟

$$\lambda = \begin{cases} -1 \frac{C}{m} & ; z > 0 \\ +1 \frac{C}{m} & ; z < 0 \end{cases}$$

Ans : $\frac{a\lambda_0}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{L^2 + a^2}} - \frac{1}{a} \right)$



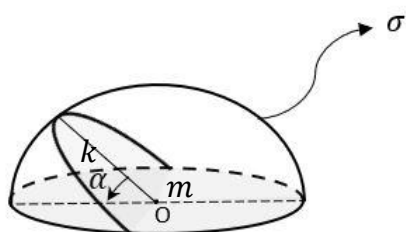
۷- دو میله باردار عایق را که یکی روی محور x (از $x_1(m)$ تا $x_2(m)$) و دیگری روی محور y (از مبدأ تا بی نهایت) گسترده شده اند، در نظر بگیرید. میله افقی دارای چگالی بار خطی $\lambda(x) = \lambda_0 x$ و میله عمودی دارای چگالی بار خطی ثابت $\lambda = \lambda_1$ است. نیروی الکترواستاتیکی وارد از طرف میله افقی به میله عمودی را بدست آورید. اندازه و جهت میدان الکتریکی را نیز بدست آورید.



Ans : $\vec{F} = \frac{\lambda_0 \lambda_1}{4\pi\epsilon_0} (x_2 - x_1) (\hat{y} - \hat{x})$

۸- (سوال امتیازی) نیم کره عایقی به شعاع a و چگالی بار یکنواخت سطحی σ (C/m^2) مفروض است. فرض کنید شدت میدان ناشی از نیم کره در مرکز آن (نقطه O) برابر E_0 است. مطابق شکل، صفحه k از مرکز نیم کره عبور کرده است و با صفحه m (سطح مقطع نیم کره) زاویه α می سازد. سطحی از نیم کره را که بین دو صفحه k و m محصور شده است در نظر بگیرید؛ شدت میدان ناشی از این بخش را بر حسب E_0 و α بیان کنید.

(راهنمایی: با استفاده از جمع برداری میدان نیم کره در نقطه O و میدان ناشی از هر یک از بخش های جدا شده توسط دو صفحه، حاصل را بیابید.)



Ans : $E = E_0 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$